

建筑保温材料导热系数检测方法优化与应用研究

华耀坤

新疆兵团城建集团有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

【摘要】：建筑保温材料导热系数是建筑节能工程验收的核心复验指标，防护热板法是主流检测手段，但检测过程易受环境、试件、设备及操作等因素影响，导致结果稳定性与准确性不足。围绕检测方法优化与工程应用展开研究，分析当前检测存在的环境波动、试件不规范、设备校准缺失、现场条件受限等问题，从环境与热场控制、试件与夹紧力管控、设备校准修正、全流程标准化操作四方面提出优化策略。

【关键词】：保温材料；导热系数；防护热板法；检测优化；节能验收

DOI:10.12417/2811-0528.26.13.059

1 建筑保温材料导热系数检测现存问题分析

1.1 检测环境波动易造成测试结果失真

防护热板法检测需在稳定温湿度环境中建立一维稳态热场，环境温度无控温措施时，会直接改变冷热板与试件之间的温度传递状态，打破预设的温度梯度平衡。空气湿度变化会使部分保温材料吸附水分，改变材料内部传热路径，导致导热系数测试值偏离真实水平。检测区域存在空气对流时，会带走试件表面部分热量，干扰热场均匀性，使得计量区域无法形成稳定的一维热流，温度传感器采集的数据出现连续偏移，稳态判定条件难以在规定时间内达成，最终造成检测结果出现不可控的偏差，无法准确反映材料本身的保温性能。

1.2 试件制备与安装不规范产生系统误差

试件尺寸与设备计量区域不匹配时，会出现边缘覆盖不足或超出过多的情况，影响防护热板的边缘热流控制效果。试件表面平整度未达标，存在凸起、凹陷或破损，安装后与冷热板接触不紧密，形成不规则空气间隙，额外增加接触热阻。试件厚度测量未取多点平均值，单一厚度数据代入计算会带来数值偏差，双试件检测模式下两侧试件厚度、密度不一致，会造成双向热流分布不均，打破设备对称传热设计。安装过程中试件位置偏移，会导致计量区域与试件中心无法重合，这些问题均会形成固定的系统误差，持续影响检测结果的准确性。

1.3 设备参数设置及校准工作存在缺陷

加热功率设置与试件导热系数范围不匹配，功率过低会延长稳态建立时间，功率过高则会引发局部过热，改变材料传热特性。计量面积取值存在误区，未按照隔缝中心线包围面积计算，双试件设备未对计量面积进行双倍修正，直接导致计算公式基础数据错误。温度传感器未按检测温差条件定期校准，冷热板、防护板温度实测值与显示值存在偏差，温度控制精度无法满足标准要求。设备修正系数标定仅依赖单一温度标准板，

未针对不同检测温度进行适配修正，加热功率计量装置长期未核查，测量误差超出允许范围，量值溯源不完整使得设备运行状态偏离标准检测要求。

2 防护热板法导热系数检测方法优化策略

2.1 精准控制检测环境与热场稳态条件

将检测区域置于恒温恒湿环境舱内，把环境温度波动范围控制在 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 以内，相对湿度稳定维持在40%~60%区间，从源头阻断外部环境变化对试件传热状态的直接干扰。在防护热板外围设置专用隔热围挡与气流屏蔽装置，形成相对独立的检测空间，有效消除室内空气对流带来的额外热量散失，保障计量区域热场始终不受外界气流扰动。依据GB/T10294-2008标准要求合理设定冷热板温差，依托高精度闭环温控系统实时调节热板与防护板的输出功率，使防护板温度与计量热板温度时刻保持一致，从结构上杜绝计量区域出现横向热流损失。以不低于设定温差的时间间隔连续采集热阻数据，持续监测系统传热状态，直至连续四组数据热阻差异不超过1%且无单向变化趋势，确保系统完全进入稳定的一维传热状态。

2.2 规范试件处理及夹紧力参数设置

试件裁切严格匹配设备计量区域尺寸，边缘保持平直规整，表面彻底去除浮尘、毛刺与破损部分，确保与冷热板接触区域完整无缺陷，为均匀传热提供良好界面条件。厚度测量在试件四角与中心共五个点位采集数据，取算术平均值作为计算厚度，有效降低厚度不均匀带来的系统误差。双试件模式下保证两组试件厚度、密度、平整度偏差控制在标准允许范围内，维持两侧传热路径对称一致，避免热流分布失衡。夹紧装置施加压力严格遵循不大于2.5kPa的标准要求，依据常用试件面积 0.36m^2 将夹紧力控制在225N以内，采用恒压驱动机构保证压力输出稳定可显示，避免压力波动改变接触状态。试件装夹后均匀缓慢加压，防止局部受力过大造成材料压缩变形，同时

避免压力不足形成接触间隙,通过精准压力控制降低接触热阻对检测结果的影响,使试件与冷热板保持理想贴合状态。

2.3 完善设备校准与计量参数修正方法

定期对冷热板温度传感器、防护板温度传感器开展多点校准,全面覆盖检测常用温度区间,确保实测温度与显示温度的偏差稳定控制在标准允许范围之内。位移测量组件同步开展计量校准,对厚度采集精度进行核验与修正,保障试件厚度数据真实准确、可靠可用。采用与实际检测温度相匹配的标准导热系数板进行设备标定,建立多温度点下的修正系数数据库,替代仅依靠单一温度标准板的传统标定方式,显著提升修正系数对不同检测工况的适配性。计量面积严格按照隔缝中心线包围范围准确取值,双试件系统自动完成计量面积双倍计算,从参数设置层面杜绝面积取值错误。加热功率计量装置按周期进行精度核查,保证功率测量误差控制在0.1%以内,依托完整量值溯源体系保障设备各项测量参数准确可信。结合设备长期运行状态与元器件老化程度动态调整修正系数,对持续使用产生的系统误差进行精准补偿,使设备整体测量性能持续满足GB/T10294-2008的规范要求,保持检测结果长期稳定。

3 优化后检测方法在工程中的实际应用效果

3.1 提升检测结果重复性与稳定性水平

经过环境与热场精准控制、试件规范化处理、设备校准完善及全流程标准化操作后,检测系统的热场分布均匀性得到持续保障,计量区域内一维热流状态保持稳定,接触热阻与边缘热损失被控制在极低水平。设备关键参数的实时修正与动态补偿,有效抵消元器件老化、功率漂移及温度偏差带来的系统偏移,同一试件多次检测的热阻数据差值可稳定控制在1%以内,完全满足GB/T10294-2008对稳态判定的严格要求。检测过程中的随机误差与人为干扰被大幅削弱,数据采集、稳态判断、结果计算形成闭环控制,多次平行试验的导热系数数值离散度显著降低,设备长期运行的测量稳定性持续达标。

3.2 验证优化方法对多材料的适配能力

优化后的检测体系可适配挤塑板、聚苯板、岩棉、玻璃棉、

橡塑保温棉等多种建筑保温隔热材料,针对不同材料的密度、厚度、导热系数区间匹配对应的加热功率与温差设定方案。针对柔性易压缩材料调整夹紧力输出模式,维持材料原始结构状态,针对硬质板材强化表面接触平整度控制,消除接触间隙带来的测试偏差。双试件与单试件检测模式均可在优化体系下稳定运行,试件尺寸、厚度、平整度的适应性范围得到拓宽,不同材质试件在相同检测条件下均可快速建立稳态热场,温度响应与热流传递保持规律一致。多材料对比检测数据显示,优化方法对高低导热系数材料均能实现准确测量,不受材料类型与结构差异的显著影响,检测结果与材料标称性能及标准要求具备良好对应关系,方法通用性与材料适配性达到工程检测应用标准。

3.3 提高工程检测效率与数据可靠程度

优化后的检测流程简化非必要操作环节,设备开机自检、参数自动配置、稳态智能判断功能缩短热平衡等待时间,整体检测周期较传统方式明显缩短。检测环境、试件装夹、参数校准的标准化执行,减少重复试验与异常数据返工次数,单位时间内可完成的检测批次与样品数量稳步提升。检测数据全程自动采集、存储与计算,避免人工记录与计算产生的失误,数据溯源链条完整可追溯。设备计量参数的定期校准与修正系数的动态更新,保证检测数据长期处于准确可控范围,数据异常预警机制及时识别热场波动、接触不良、功率漂移等问题,防止无效数据进入结果判定环节。

4 结语

建筑保温材料导热系数检测的精准度直接关系建筑节能工程质量验收的有效性,防护热板法的优化与规范化应用可显著改善传统检测中的数据波动、误差偏大等问题。通过严格控制检测环境与热场稳态、规范试件处理与夹紧力、完善设备校准及参数修正、建立标准化操作流程,能够有效提升检测结果的重复性、稳定性与通用性。优化后的检测方法可适配多种保温材料,兼顾实验室与工程现场检测需求,为节能验收提供可靠数据支撑,对提升建筑节能检测水平、保障工程质量、推动绿色建筑行业高质量发展具有重要的实际应用价值。

参考文献:

- [1] 杨勇,赵亚杰,黄鹏,等.厚度、温度与温差对导热系数检测影响的试验研究[J].节能,2022,41(07):52-54.
- [2] 宋婧.建筑保温隔热材料导热系数检测结果影响因素分析[J].广东建材,2025,41(01):29-32.
- [3] 陈涛.建筑外墙节能保温材料的性能与检测技术研究[J].四川建材,2024,50(09):7-10.